

航空物流プロセスの効率化に向けた
航空貨物輸送用コンテナの有用性の検証
調査

報告書

平成 22 年 3 月

国土交通省航空局

目次

はじめに	1
1. 小型コンテナの有用性の検証に向けた実証実験の検討	2
1.1. 前提条件の整理	2
1.2. 実証実験の実施方針の検討	3
2. 実証実験の実施計画の策定と各種調整	5
2.1. 実験の概要	5
2.2. 実施スケジュール.....	5
2.3. 実施体制	6
2.4. 実証実験における業務プロセス	6
2.5. 各種調整.....	8
3. 実証実験の結果の検討	9
3.1. 輸出側（日本）の実証実験の結果.....	9
3.2. 輸入側（タイ）の実証実験の結果.....	21
3.3. 再輸入側（日本）の実証実験の結果.....	28
3.4. 小型コンテナの導入効果の検証.....	29
3.5. 小型コンテナのメリット・課題の整理	38
3.6. まとめ	40

はじめに

現在、航空機で貨物を海外に輸送しようとする場合には、96 パレット、88 パレットと呼ばれる専用の ULD (Unit Load Device) (以下、「航空パレット」という。)を用いることが一般的であり、航空パレットに貨物を積みつけ、飛行中の揺れ等による荷崩れを防止するためのネットをかけて航空機に搭載し、輸送している。

しかし、航空機で輸送される貨物(航空貨物)は、海上貨物と比べて、荷主単位で見ると一度に輸送される量が少ないこと、その形状・大きさも貨物の種類により均一になっていないこと等の特徴を有しており、航空貨物の輸送や荷役等の作業に手間がかかるなど、航空物流プロセスの効率性を阻害する一因となっていると言われている。

そこで、小型の航空貨物用コンテナ(以下、「小型コンテナ」という。)を活用し、航空貨物(輸送容器)の形状を一様にするにより、航空貨物の輸送を一層効率的なものとすることを目指し、本検討においては、航空物流において、リードタイム、コスト面で大きな影響を与えるフォワーダー上屋、航空会社上屋での貨物のハンドリングに関して、効率化が期待できる小型コンテナの有用性を明らかにすることとする。

1. 小型コンテナの有用性の検証に向けた実証実験の検討

1.1. 前提条件の整理

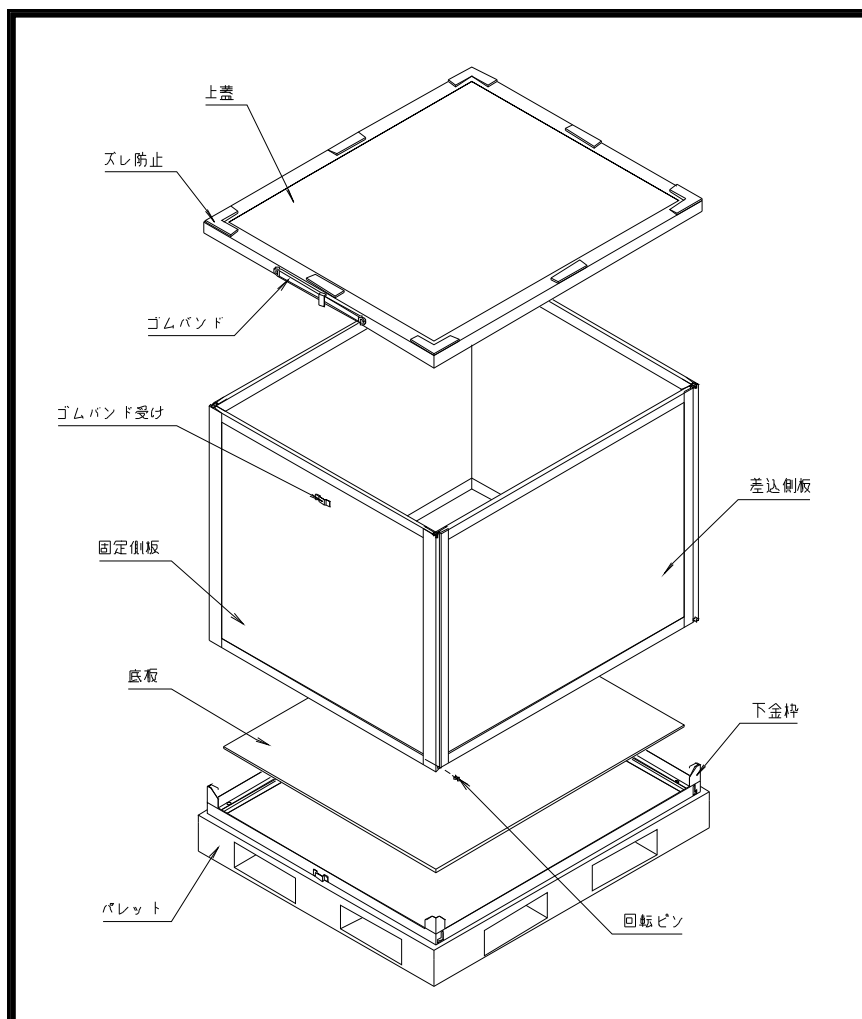
1.1.1. 小型コンテナの所有主体

輸送容器を用いた貨物の輸送においては、その所有者を誰にするのかが重要となる。荷主やフォワーダーの所有物とする場合、輸出入の手続時に免税措置をとる必要がある一方で、航空会社や船社の所有物とする場合、ULD や海上コンテナと同等の輸送容器と見なされれば、より効率的な手続が可能となる。荷主やフォワーダーが、輸送容器を自社開発する例も想定されるものの、本検討では航空貨物の ULD に沿って設計された小型コンテナであることから、航空会社の所有物であることを前提とする。ただし、実証実験では小型コンテナの効率的な運営を前提に主体の変更も念頭に置き、結果の考察を行うものとする。

1.1.2. 小型コンテナの仕様

小型コンテナを用いた連携輸送による効果を算定するに当たり、前提となる小型コンテナの構造を以下に示す。

図 1-1 小型コンテナ外観と主要部品名称

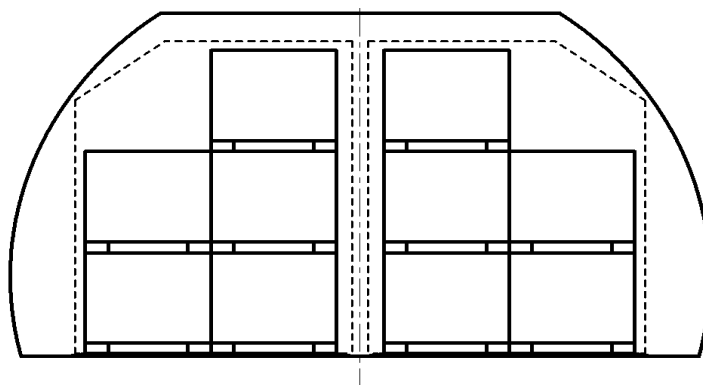


出所) ゼオン化成株式会社

今年度の実証実験で使用した小型コンテナは、内寸が 1057mm×915 mm×高さ 815 mm であり、外寸が 1130 mm×970 mm×高さ 980 mm となっている。2 枚の側壁を取り外すことが可能となっており、その上で折り畳んだ際の外寸は 1130 mm×970 mm×高さ 223 mm となっている。

基本的には航空 ULD の中でもパレットを想定し、それに合致したサイズとしている。具体的には PMC (243×317cm : 96inch) を念頭に、ここへ小型コンテナが平置きで 6 個積載できる形態になっている。さらに、現行のサイズは荷主やフォワーダーがハンドリング可能なものとしており、具体的には一般の物流倉庫にも常備されているフォークリフト等の荷役機器で十分にハンドリング可能なものとしている。

図 1-2 B747F 型機メインデッキ搭載イメージ (断面図)



また、製作コストを低廉化するためにベースとなるパレットには既成のプラスチックパレットを活用し、一方では上部の箱の材質はプラスチックダンボールを使用し、強度を確保するために角にアルミ材を使用している。

1.2. 実証実験の実施方針の検討

1.1 で示した前提条件に基づき、小型コンテナの有用性を検証するための実証実験を行う。その実施方針は以下の 2 点とする。

小型コンテナの導入に伴うメリットの整理

小型コンテナについて、作業効率面、コスト面、環境面、品質面、輸送効率面、手続面、保安面などの観点から実証実験、机上シミュレーションによって現状と小型コンテナ導入後と比較・検証し、航空物流全体の効果及び荷主、フォワーダー、航空会社の主体毎の効果について整理を行う。各観点については、荷主及び輸送事業者へのヒアリングにより、以下の仮説を整理した。

(1) **作業効率面**

現状では空港上屋での、①ルース貨物のビルトアップやブレイクダウンに時間と労力を要すること、②トラックからの積み卸しに時間を要すること、③上屋での検品作業に時間を要することが課題であり、これに対して小型コンテナの導入により、①ビルトアップやブレイクダウンの時間や労力が削減できること、②トラックからの積み卸しが効率化すること、③上屋の検品作業が効率化することが想定される。

(2) **輸送効率面**

現状では空港上屋でのビルトアップ時に貨物の形状から上乗せできない貨物が多く、積載効率が悪いことが指摘されたが、画一化された小型コンテナにより積載効率が向上する。

(3) **コスト面**

航空貨物の業務プロセスは、その緊急性から短時間での人海戦術を荷主、フォワーダー、航空会社の貨物ハンドリングで余儀なくされているが、小型コンテナの導入で効率化を図ることが可能となり、人件費の削減が期待される。

(4) **品質面**

現状では空港上屋での ULD のビルトアップ時に積載場所やネットなどによってダメージが発生する可能性があるが、小型コンテナの導入によって、強度が向上することでダメージが減る可能性が高い。

(5) **環境面**

現状では荷主が国際航空輸送に耐えうる輸出梱包を実施するとともに、様々な形状のルース貨物を安定させるためのビルドアップ用梱包資材が必要となっているが、小型コンテナの導入によって、輸出梱包材の削減やビルドアップ用梱包資材の削減が期待される。

(6) **手続面**

現状では荷主の通い箱などを利用する場合、保税（免税）手続が発生しているが、小型コンテナを導入し航空会社の ULD とすることで自主管理のみで手続が不要となる。

(7) **保安面**

現状ではフォワーダー倉庫や航空会社の空港上屋等で中身が見えることでの盗難等のリスクがあるが、小型コンテナの導入によって中身が確認できないことから盗難リスクは減少することが期待される。

2. 実証実験の実施計画の策定と各種調整

実証実験の実施方針に沿って、実際の国際航空貨物のフィールドを使用してフォワーダー上屋、航空会社上屋での貨物のハンドリングの効率化・円滑化を実証する。

2.1. 実験の概要

本実証実験は、実在の荷主（製造業者）の貨物を用い、日本からタイへの国際航空輸送において、小型コンテナの導入効果を検証するものである。実験は一般的な物流オペレーションと、小型コンテナ導入時のオペレーションを比較して行う。

2.2. 実施スケジュール

荷主及び輸送事業者との調整の上、以下のスケジュールに従って、実験を実施することを計画した。

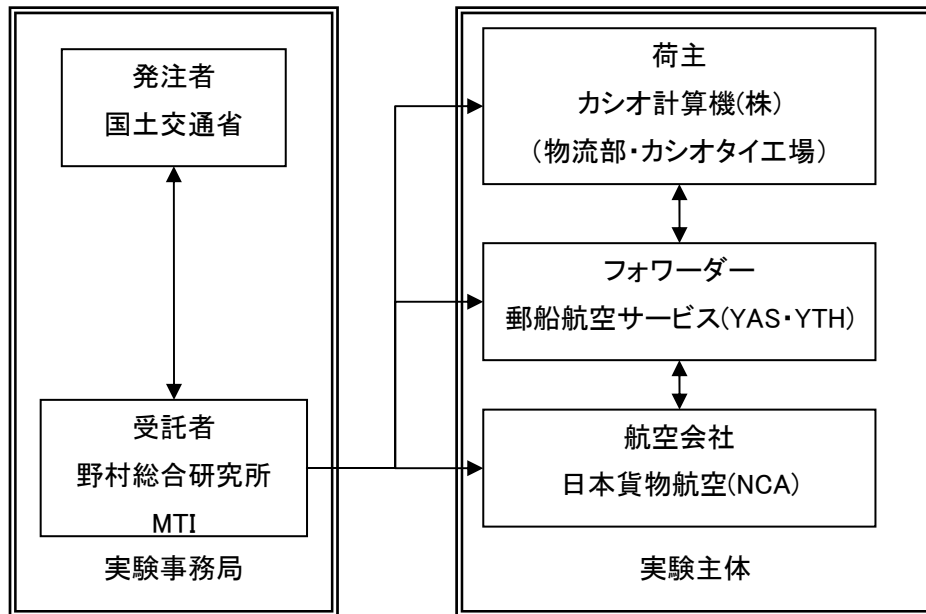
表 2-1 実施スケジュール

		実証実験	
		(日本)	(タイ)
	2009年 10~11月	関係者事前調整 実験計画策定	関係者事前調整
No.1	11月	20日 荷主出庫 25日 航空機搭載	26日 航空機取降 27日 荷主入荷
No.2	12月	30日 荷主出庫	
		2日 航空機搭載	3日 航空機取降 4日 荷主入荷
No.3		7日 荷主出庫 9日 航空機搭載	10日 航空機取降 11日 荷主入荷
No.4		10日 荷主出庫 12日 航空機搭載	13日 航空機取降 14日 荷主入荷
No.5		14日 荷主出庫 16日 航空機搭載	17日 航空機取降 18日 荷主入荷
No.6		17日 荷主出庫 19日 航空機搭載	20日 航空機取降 21日 荷主入荷

		シミュレーション実験	
	2009年 11月	25日 小型コンテナ製作完了 26-27日 ビルドアップ実験 (一般貨物と小型コンテナとの比較)	
	12月	7日 バンニング実験 (一般貨物と小型コンテナとの比較)	

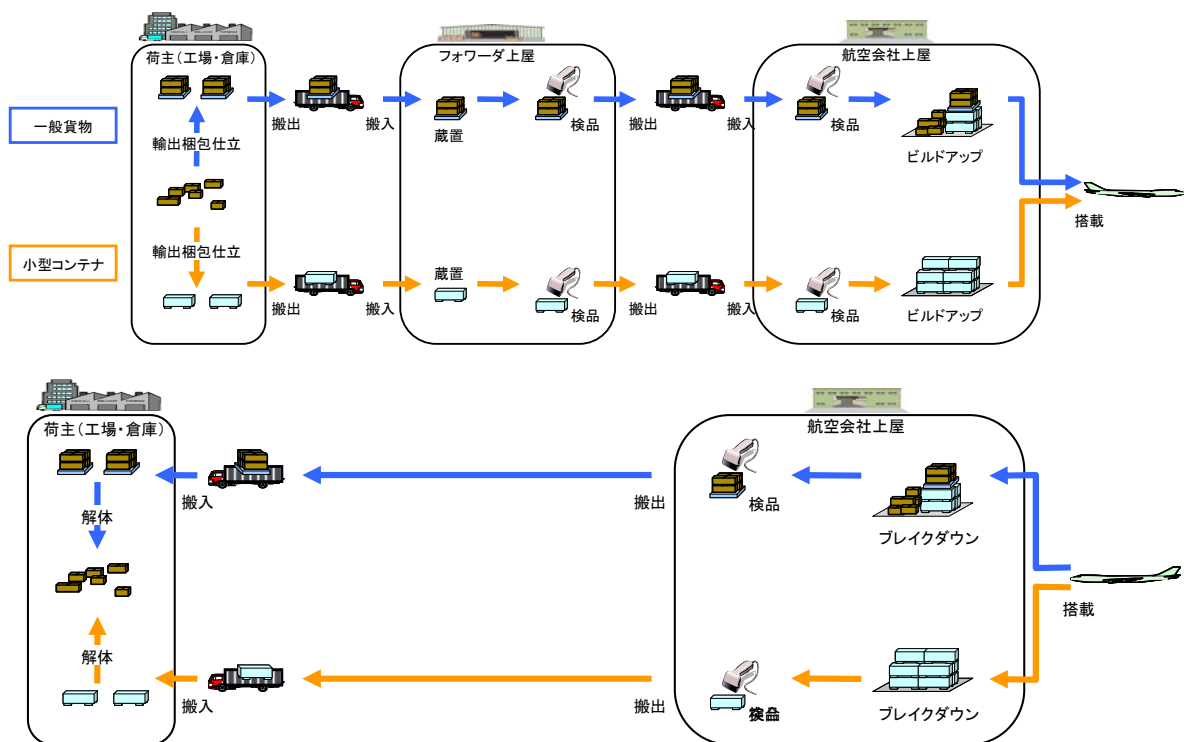
2.3. 実施体制

図 2-2 実施体制



2.4. 実証実験における業務プロセス

図表 2-3 物流業務プロセスの概要



図表 2-4 物流業務プロセスと実験計画の整理

場所	業務	一般貨物	小型コンテナ
輸出者	輸出梱包仕立	<ul style="list-style-type: none"> ➤ F/D 上屋でのシミュレーション実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 荷主での実証実験(小型貨物を積付) ➤ F/D 上屋でのシミュレーション実験(平均サイズ貨物を積付)
	搬出	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (通常はパレットで搬出されるため小型コンテナと同様とみなす) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 荷主での実証実験
F/D	搬入	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での搬入作業と同様とみなす) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での搬入作業と同様とみなす)
	検品	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での検品作業と同様とみなす) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での検品作業と同様とみなす)
	搬出	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での搬入作業と同様とみなす) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (空港上屋での搬入作業と同様とみなす)
輸出空港上屋	搬入	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験(フォークリフトによるパレタイズ貨物の搬入) ➤ F/D 上屋でのシミュレーション実験(作業員によるばら積み貨物の搬入) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験
	検品	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験
	ビルドアップ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験(不特定荷主貨物・小型コンテナを含む) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋でのシミュレーション実験(小型コンテナのみのビルドアップ)

場所	業務	一般貨物	小型コンテナ
輸入空港上屋	ブレイクダウン	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験(不特定荷主貨物・小型コンテナを含む) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋でのシミュレーション実験(小型コンテナのみのブレイクダウン)
	検品	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験
	搬出	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 空港上屋での実証実験
輸入者工場	搬入	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 輸入者工場での実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 輸入者工場での実証実験
	解体	<ul style="list-style-type: none"> ➤ F/D上屋でのシミュレーション実験 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 輸入者工場での実証実験

本実証実験では、一般貨物や小型コンテナの輸送に加えて、実験に参加する荷主が使用する大型段ボール製容器(大箱)の輸送作業を参考検証項目として計測している。大箱は、

小型コンテナと同程度のサイズであり、フォークリフトによる運搬が可能である。

2.5. 各種調整

小型コンテナは、将来的には航空会社の ULD として運用されることを想定している。しかし、本実証実験では小型コンテナの導入が有用性を検証することが主目的であり、日本及び海外の行政機関及び港湾・空港管理者との調整の上、小型コンテナを荷主の通い箱として位置づけ、航空輸送を行うこととする。ULD を空港敷地外や保税エリア外へ持ち出すための要件は各国で統一されておらず、ULD による小型コンテナ運用へ向けた課題は、ヒアリングを実施して以下の通り整理した。

(1) 日本側税関

ULD として運用する場合は、小型コンテナの利用者情報や位置情報の管理、小型コンテナの分離する部品の管理、開扉検査への対応について懸念が表明された。特に、国外に輸出された容器が国内に戻る場合は、輸出された容器と同一の容器である必要があるが、部品が分離すると国外で異なる容器の部品と入れ替わる可能性がある。ULD の空港外持ち出しに関しては、保税蔵置場であれば主体は特に関係ないという見解を受けた。

本実証実験で実施した、電子タグによる空港上屋への搬入・搬出管理や、全ての部品に ID 番号を印刷することによる個体管理方法は、税関と協議をした上で採用したものである。また、国外で部品が破損した場合に、一部のみを交換することは、前述の同一の容器による反復利用という観点から認められないが、環境負荷低減の効果もあることから議論を継続することとなった。

(2) タイ側税関

税関の運用規則では、通常使用される ULD パレット・コンテナに関しては、ULD 番号および AWB 番号を税関に申告すれば空港外への持ち出し（インタクト）が可能であることが把握された。小型コンテナに関しては、ULD として運用される限りにおいては、従来の ULD と同様の運用規則が適用されるとの回答を得たものの、他の ULD パレット・コンテナと異なり、折りたたみ構造を持つ小型コンテナの具体的な運用に関しても従来通りの規則が適用されるかどうかは、明確な回答が得られなかった。

3. 実証実験の結果の検討

実証実験では、実在の荷主（製造業者）の貨物を用いて、日本からタイへの国際航空輸送を実施した。現状で実施されている通常作業と小型コンテナが導入された場合の作業を比較することで、国際航空輸送に携わる各関係者の作業内容や積載率の効率を定量的に把握し、小型コンテナの導入効果を検証する。作業時間の計測では、作業に携わる現場作業員が費やした時間を合計し、人数×時間を求めている（MSec = Man Second）。

3.1. 輸出側（日本）の実証実験の結果

3.1.1. 輸出手続き

小型コンテナは、日本の税関と事前協議をした上で、荷主が使用する通い箱として容器免税（関税定率法 14 条）を受けているため、再輸入する際の関税の無条件免税が適用されている。小型コンテナはパーツが分離式となるため、輸出入の個体管理の観点から当初は税関当局から懸念が表明されたが、すべてのパーツにシリアル番号を印刷したことで、特に通関面で支障は生じなかった。

3.1.2. 荷主・F/D（輸出梱包仕立）

小型コンテナは、上蓋を本体に固定するためのゴムバンドが取り付けられているが、荷主から輸送の過程で容易に開閉可能である状態は、保安面で不安が残るという意見を受けたため、梱包作業では縦方向と横方向に各 2 周ずつ PP バンド（ポリプロピレン製）を巻いている。PP バンドは、輸送途中で荷抜き目的で切断された場合にも、切断者が同一の PP バンドを準備しない限りは、開封の可否を判断することができるため、簡易的な封印と位置づけられる。

(1) 一般貨物

国際航空輸送貨物の平均的な荷姿として、一辺が 20-40 センチ程度の直方体を想定し、同程度の容器を複数種類用意して、積み付け作業を計測する。平均的な荷姿のサイズは、多数の荷主貨物を取り扱っている F/D の現場担当者からのヒアリング結果より想定している。

図 3-1 パレットへの積み付け作業



表 3-2 作業測定結果
(作業時間)

観測日	作業時間 準備作業	積付作業		個口数	1個あたり 積付時間
		積付作業	梱包作業		
'09/12/7	—	162/MSec	69/MSec	14	12/MSec
		248/MSec	53/MSec	21	12/MSec
		114/MSec	58/MSec	11	10/MSec
サンプル数:3 平均		60/MSec			11/MSec

(梱包資材量)

観測日	ラッピング フィルム(m)
'09/12/7	22
	24
	18
サンプル数:3	

(2) 小型コンテナ (平均サイズ貨物積み付け)

一般貨物の場合と同様に、平均的な荷姿として想定した容器を小型コンテナに積みつける作業を計測する。小型コンテナの組立作業時間は、実証実験の積み付け作業で計測しているため、計測を省略している。

図 3-3 小型コンテナへの積み付け作業



表 3-4 作業測定結果
(作業時間)

観測日	作業時間			個口数	1個あたり 積付時間
	小型コンテナ組立	積付作業	梱包作業		
'09/12/7		298/MSec	364/MSec	14	21/MSec
	—	536/MSec	382/MSec	21	26/MSec
		298/MSec	378/MSec	11	27/MSec
サンプル数:3 平均			375/MSec		25/MSec

(梱包資材量)

観測日	発砲ボール 袋数	容器	収納貨物	デッド	
		内寸(m3)	容積(m3)	容積(m3)	
'09/12/7	24	0.79	0.67	0.12	15%
	19	0.79	0.67	0.12	16%
	71	0.79	0.60	0.19	24%
サンプル数:3 平均			0.65	0.14	18%

(3) 小型コンテナ (小型貨物積み付け)

荷主が精密機器の生産で必要とする小物部品は、取引事業者から荷主倉庫に納品された段階では航空輸送に耐えうる梱包がなされていない場合が多い。そこで、小型コンテナに積み付けて、輸出梱包を実施する作業を計測する。

図 3-5 小型コンテナへの積み付け作業



表 3-6 作業測定結果
(作業時間)

観測日	作業時間			個口数	1個あたり 積付時間	平均
	小型コンテナ組立	積付作業	梱包作業			
'09/12/10	90/MSec	2,040/MSec	370/MSec	66	31/MSec	
	90/MSec	2,160/MSec	370/MSec	56	39/MSec	
	90/MSec	3,600/MSec	370/MSec	97	37/MSec	
	90/MSec	2,760/MSec	370/MSec	58	48/MSec	
	90/MSec	2,520/MSec	370/MSec	47	54/MSec	42/MSec
'09/12/14	60/MSec	1,680/MSec	420/MSec	30	56/MSec	
	60/MSec	1,680/MSec	420/MSec	31	54/MSec	
	60/MSec	2,640/MSec	420/MSec	73	36/MSec	
	60/MSec	2,400/MSec	420/MSec	66	36/MSec	
	60/MSec	4,200/MSec	420/MSec	120	35/MSec	44/MSec
'09/12/17	60/MSec	1,800/MSec	360/MSec	79	23/MSec	
	60/MSec	1,800/MSec	360/MSec	46	39/MSec	
	60/MSec	3,000/MSec	360/MSec	54	56/MSec	
	60/MSec	3,600/MSec	360/MSec	66	55/MSec	
	60/MSec	3,000/MSec	360/MSec	84	36/MSec	42/MSec
サンプル数:15						
平均	70/MSec		383/MSec		42/MSec	42/MSec

組立及び梱包作業は観測日の全大箱を同時並行で作業した時間の合計値から1個あたりの時間を計算している

(梱包資材量)

観測日	発砲ボール 袋数	容器	収納貨物	デッド	
		内寸(m3)	容積(m3)	容積(m3)	
'09/12/10	8	0.79	0.77	0.02	2%
	8	0.79	0.77	0.02	2%
	17	0.79	0.75	0.03	4%
	19	0.79	0.75	0.04	5%
	23	0.79	0.74	0.05	6%
'09/12/14	21	0.79	0.75	0.04	5%
	28	0.79	0.73	0.06	7%
	22	0.79	0.74	0.04	6%
	20	0.79	0.75	0.04	5%
	35	0.79	0.72	0.07	9%
'09/12/17	17	0.79	0.75	0.03	4%
	7	0.79	0.77	0.01	2%
	10	0.79	0.77	0.02	3%
	14	0.79	0.76	0.03	4%
	13	0.79	0.76	0.03	3%
サンプル数:15					
平均			0.75	0.04	4%

(4) 大箱（小型貨物積み付け）※参考検証項目

荷主が精密機器の生産で必要とする小物部品は、取引事業者から荷主倉庫に納品された段階では航空輸送に耐えうる梱包がなされていない場合が多い。そこで、小型コンテナと同程度のサイズである大箱に積み付けて、輸出梱包を実施する作業を計測する。大箱の運用は、まだ限定された荷主の試みであり、一般的な国際輸送形態とは異なるため、参考値として取り扱う。

図 3-7 大箱への積み付け作業



表 3-8 作業測定結果
(作業時間)

観測日	作業時間			個口数	1個あたり積付時間	
	小型コンテナ組立	積付作業	梱包作業		積付時間	平均
'09/12/10	90/MSec	2,040/MSec	370/MSec	66	31/MSec	
	90/MSec	2,160/MSec	370/MSec	56	39/MSec	
	90/MSec	3,600/MSec	370/MSec	97	37/MSec	
	90/MSec	2,760/MSec	370/MSec	58	48/MSec	
	90/MSec	2,520/MSec	370/MSec	47	54/MSec	42/MSec
'09/12/14	60/MSec	1,680/MSec	420/MSec	30	56/MSec	
	60/MSec	1,680/MSec	420/MSec	31	54/MSec	
	60/MSec	2,640/MSec	420/MSec	73	36/MSec	
	60/MSec	2,400/MSec	420/MSec	66	36/MSec	
	60/MSec	4,200/MSec	420/MSec	120	35/MSec	44/MSec
'09/12/17	60/MSec	1,800/MSec	360/MSec	79	23/MSec	
	60/MSec	1,800/MSec	360/MSec	46	39/MSec	
	60/MSec	3,000/MSec	360/MSec	54	56/MSec	
	60/MSec	3,600/MSec	360/MSec	66	55/MSec	
	60/MSec	3,000/MSec	360/MSec	84	36/MSec	42/MSec
サンプル数: 15						
平均	70/MSec		383/MSec		42/MSec	42/MSec

組立及び梱包作業は観測日の全大箱を同時並行で作業した時間の合計値から1個あたりの時間を計算している

(梱包資材量)

観測日	発砲ボール 袋数	容器 内寸(m3)	収納貨物 容積(m3)	デッド 容積(m3)	
'09/12/10	8	0.79	0.77	0.02	2%
	8	0.79	0.77	0.02	2%
	17	0.79	0.75	0.03	4%
	19	0.79	0.75	0.04	5%
	23	0.79	0.74	0.05	6%
'09/12/14	21	0.79	0.75	0.04	5%
	28	0.79	0.73	0.06	7%
	22	0.79	0.74	0.04	6%
	20	0.79	0.75	0.04	5%
	35	0.79	0.72	0.07	9%
'09/12/17	17	0.79	0.75	0.03	4%
	7	0.79	0.77	0.01	2%
	10	0.79	0.77	0.02	3%
	14	0.79	0.76	0.03	4%
	13	0.79	0.76	0.03	3%
サンプル数:15 平均			0.75	0.04	4%

3.1.3. 成田空港上屋（搬入）

(1) 一般貨物（パレタイズ済み）

一般貨物は、複数個口の貨物が1枚のパレットにまとめられた状態で運搬されるのが一般的である。そこで、パレット単位の搬入業務を計測する。

図 3-9 パレットを使用した貨物の搬入作業



表 3-10 作業測定結果

観測日	容積 外寸(m3)	取降 時間	平均
'09/11/26	1.13	43/MSec	
	1.31	37/MSec	
	0.86	49/MSec	
	0.79	20/MSec	
	1.08	16/MSec	
	1.21	32/MSec	
	1.49	32/MSec	
	0.39	24/MSec	
	0.92	30/MSec	
	1.43	31/MSec	
	1.17	33/MSec	
	0.41	27/MSec	
	1.09	33/MSec	
	1.82	38/MSec	
	1.14	10/MSec	
	0.54	26/MSec	30/MSec

サンプル数:16

(2) 小型コンテナ

トラックから小型コンテナが空港上屋へ搬入される作業を計測する。

図 3-11 小型コンテナの搬入作業



表 3-12 作業測定結果

観測日	容積 外寸(m3)	取降 時間	平均
'09/12/12	1.07	26/MSec	
	1.07	39/MSec	
	1.07	38/MSec	
	1.07	25/MSec	
	1.07	34/MSec	
'09/12/16	1.07	20/MSec	
	1.07	30/MSec	
	1.07	20/MSec	
	1.07	30/MSec	
	1.07	20/MSec	
'09/12/19	1.07	30/MSec	
	1.07	30/MSec	
	1.07	20/MSec	
	1.07	30/MSec	
	1.07	30/MSec	28/MSec

サンプル数:15

(3) 一般貨物（パレタイズされていないバラ貨物）※参考検証項目

小型コンテナを利用していない一般貨物は、複数の貨物が1枚のパレットにまとめられた状態で運搬される場合も想定される。そこで、小型コンテナの側壁を外した状態をトラックの荷台と見たて、ばら積みの貨物をパレットの上に載せる作業を計測する。ただし、実験の観測日の全てにおいて、パレットを使用せずにトラックから搬入する場合は見あたらなかったため、参考検証項目として取り扱う項目である。

図 3-13 パレットを使用しない貨物の搬入作業



表 3-14 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/7	231/MSec	14	17/MSec
	301/MSec	21	14/MSec
	172/MSec	11	16/MSec
サンプル数:3			
平均			15/MSec

3.1.4. 成田空港上屋（検品）

(1) 一般貨物

パレットの上に複数個口の一般貨物が載っている貨物の検品時間を計測する。この貨物は、観測日に到着したトラックに搭載され、1枚のパレットに小型コンテナ1台分に相当する1m³前後の貨物が載っているサンプルを計測した。

図 3-15 パレットを使用した貨物の検品作業



表 3-16 作業測定結果

観測日	検品時間	検品個口数	1個あたり検品時間	備考	
'09/11/26	197/MSec	33	6/MSec		
	74/MSec	15	5/MSec		
	285/MSec	26	11/MSec		
	285/MSec	16	18/MSec		
	58/MSec	20	3/MSec		
	88/MSec	15	6/MSec		
	35/MSec	12	3/MSec		
	47/MSec	20	2/MSec		
	17/MSec	7	2/MSec		
	86/MSec	17	5/MSec		
	180/MSec	16	11/MSec		
	参考値	1,088/MSec	17	64/MSec	外見から確認できないラベルの視認作業含む
	参考値	340/MSec	14	24/MSec	ラップをはがして貨物をばらす時間を含む
	参考値	928/MSec	22	42/MSec	例外的な複数回の数え直し作業が発生
サンプル数: 14(参考値除く)					
平均(参考値除く)		18	7/MSec		

(2) 小型コンテナ

小型コンテナの検品作業として、個数をカウントしてハンディ端末に入力するまでの時間を計測する。

図 3-17 小型コンテナの検品作業



表 3-18 作業測定結果

観測日	検品 時間	検品 個口数	1個あたり 検品時間
'09/12/12	16/MSec	1	16/MSec
	26/MSec	1	26/MSec
	18/MSec	1	18/MSec
'09/12/16	30/MSec	5	6/MSec
'09/12/19	30/MSec	5	6/MSec
サンプル数:5			
平均			14/MSec

12月16日、19日の計測は、
5個を一度に数えてハンディに入力した時間となる

3.1.5. 成田空港上屋（ビルドアップ）

(1) 一般貨物

空港上屋でのビルドアップ時間を計測する。ビルドアップでは、通常の作業で積み付ける貨物の中に 1m³程度のパレタイズされた貨物が含まれることは一般的であり、小型コンテナが複数個含まれていたとしても作業面では一般貨物と同様の位置づけになるため、特に区別せず計測した。

図 3-19 一般貨物・小型コンテナのビルドアップ作業



表 3-20 作業測定結果
(作業時間)

観測日	搭載位置	積付貨物 容積(m3)	ビルドアップ 時間	積付 個口数	1個あたり 積付時間
'09/11/26	シェルフ部	11.4	6,813/MSec	24	284/MSec
	シェルフ部	16.5	3,564/MSec	13	274/MSec
	ノーズ部	7.2	5,336/MSec	26	205/MSec
	ノーズ部	9.5	7,046/MSec	233	30/MSec
	ノーズ部	9.8	2,890/MSec	23	126/MSec
	ロアー部	3.6	5,896/MSec	97	61/MSec
	ロアー部	9.2	6,015/MSec	46	131/MSec
	ロアー部	10.7	1,800/MSec	28	64/MSec
'09/12/9	シェルフ部	15.3	7,070/MSec	80	88/MSec
'09/12/16	ロアー部	12.4	7,020/MSec	67	105/MSec
'09/12/19	シェルフ部	22.5	13,500/MSec	230	59/MSec
サンプル数:11					
平均	シェルフ部	16.4	7,737/MSec		
	ノーズ部	8.8	5,091/MSec		
	ロアー部	9.0	5,183/MSec		
	全体	11.7	6,086/MSec		

(梱包資材量)

観測日	搭載位置	防水シート 枚数	ストレッチ フィルム(m)	角あて 本数	プロッター シート枚数
'09/11/26	シェルフ部	4	106	5	-
	シェルフ部	4	85	-	-
	ノーズ部	4	38	-	-
	ノーズ部	4	208	1	-
	ノーズ部	4	82	2	-
	ロアー部	4	47	1	-
	ロアー部	4	127	9	4
	ロアー部	4	33	5	-
'09/12/9	シェルフ部	4	184	11	-
'09/12/16	ロアー部	4	67	4	-
'09/12/19	シェルフ部	4	180	8	-
サンプル数:11					

防水シートは1枚を7m×7mと想定

(2) 小型コンテナ

小型コンテナが普及した場合は、ULD にビルドアップする貨物がすべて小型コンテナとなる場合も想定されることから、小型コンテナのみのビルドアップ作業を計測する。

図 3-21 小型コンテナのみのビルドアップ作業



表 3-22 作業測定結果

(作業時間)

観測日	搭載位置	ビルドアップ 時間	積付 個口数	1個あたり 積付時間
'09/11/27	シェルフ部	3,312/MSec	15	221/MSec
	シェルフ部	3,146/MSec	15	210/MSec
	シェルフ部	3,066/MSec	15	204/MSec
	シェルフ部	3,014/MSec	15	201/MSec
	ノーズ部	2,983/MSec	12	249/MSec
	ノーズ部	2,827/MSec	12	236/MSec
	ノーズ部	2,815/MSec	12	235/MSec
	ノーズ部	2,775/MSec	12	231/MSec
	ロアー部	1,848/MSec	6	308/MSec
	ロアー部	1,716/MSec	6	286/MSec
	ロアー部	1,740/MSec	6	290/MSec
	ロアー部	1,704/MSec	6	284/MSec
サンプル数:12				
平均	シェルフ部	3,135/MSec		
	ノーズ部	2,850/MSec		
	ロアー部	1,752/MSec		
	全体	2,579/MSec		

(梱包資材量)

観測日	防水シート 枚数	ストレッチ フィルム(m)	角あて 本数	プロッター シート枚数
'09/11/27	4	34	-	-
サンプル数:12				

3.2. 輸入側（タイ）の実証実験の結果

3.2.1. 輸入手続き

小型コンテナは、第1回目の輸送では、時間的制約から容器を他の貨物と含めて輸入貨物として税関に申告して関税を支払ったが、2回目以降はBOI（Board of Investment）への免税申請が承認されたため免税となっている。荷主は、バンコク工場で海外向け輸出製品を製造しているため、輸入する精密機器の部品および通い箱は輸入関税の減免税の対象となっていることから、今回の小型コンテナも同様の枠組みで取り扱われた。

3.2.2. バンコク空港上屋（ブレイクダウン）

(1) 一般貨物

空港上屋でのブレイクダウン時間を計測する。ビルドアップと同様に、ブレイクダウンでは通常の作業で積み付ける貨物の中に1m³程度のパレタイズされた貨物が含まれることは一般的であり、小型コンテナも作業面では同様の取扱になるため、特に区別せずに一般貨物のみのブレイクダウンとして計測した。

図 3-23 一般貨物・小型コンテナのブレイクダウン作業



以下に、輸出（日本）側と異なる輸入（タイ）側の現地オペレーション事情と定性面での作業結果を示す。

- ・ バンコク空港の空港上屋では、ブレイクダウンに昇降台を用いず、ULD パレットを平置きして作業を行っている。
- ・ ハイパレットの ULD から人の手でネットを外すため、積み付け貨物がラッピングフィルム等で固定されていない場合は、積み付け貨物の角がネットの編み目に引っかかり不安定な状態に陥ってしまう。
- ・ 作業員の手が届かない高さの場合は、フォークリフトを使用して貨物の上部に登り、取り降ろしを行っているため、積み付け貨物に耐久性がなければ陥没などが発生する可能性がある。
- ・ 到着便が少なく、比較的上屋作業が閑散としている時間帯であれば、10 人以上の作業員が 1 枚の ULD ブレイクダウン作業に携わる。一方で、繁忙の時間帯はフォークリフトの台数が不足し、取り降ろした貨物を載せる空きパレットが届かないために作業が中断する場合もある。

表 3-24 作業測定結果

観測日	搭載位置	ブレイクダウン 時間	積付 個口数	1個あたり 積付時間
'09/12/10	シェルフ部	3,321/MSec	218	15/MSec
	シェルフ部	3,942/MSec	80	49/MSec
'09/12/13	ノーズ部	1,940/MSec	55	35/MSec
	ノーズ部	4,440/MSec	148	30/MSec
	ロアー部	1,940/MSec	42	46/MSec
	ロアー部	2,440/MSec	148	16/MSec
	ロアー部	1,515/MSec	77	20/MSec
'09/12/17	シェルフ部	8,344/MSec	119	70/MSec
	ロアー部	2,980/MSec	67	44/MSec
'09/12/20	ノーズ部	1,577/MSec	39	40/MSec
	シェルフ部	5,161/MSec	230	22/MSec
サンプル数:11				
平均	シェルフ部	5,192/MSec		
	ノーズ部	2,652/MSec		
	ロアー部	2,219/MSec		
	全体	3,418/MSec		

(2) 小型コンテナ

ビルドアップと同様に、小型コンテナが普及した場合は、小型コンテナのみを取り降ろす場合も想定されることから、小型コンテナのみのブレイクダウン作業を計測する。なお、この実験は、日本の空港上屋で空の小型コンテナを用いて実施したシミュレーションである。フォークリフトを用いて全ての小型コンテナ（シェルフの場合は3段15個）をブレイクダウンする時間を計測した。

図 3-25 小型コンテナのみのブレイクダウン作業



表 3-26 作業測定結果

観測日	搭載位置	ブレイクダウン 時間	積付 個口数	1個あたり 積付時間
'09/11/27	シェルフ部	1,804/MSec	15	120/MSec
	シェルフ部	1,790/MSec	15	119/MSec
	シェルフ部	1,766/MSec	15	118/MSec
	シェルフ部	1,778/MSec	15	119/MSec
	ノーズ部	1,618/MSec	12	135/MSec
	ノーズ部	1,584/MSec	12	132/MSec
	ノーズ部	1,558/MSec	12	130/MSec
	ノーズ部	1,544/MSec	12	129/MSec
	ロアー部	967/MSec	6	161/MSec
	ロアー部	943/MSec	6	157/MSec
	ロアー部	941/MSec	6	157/MSec
	ロアー部	919/MSec	6	153/MSec
サンプル数:12 平均	シェルフ部	1,785/MSec		
	ノーズ部	1,576/MSec		
	ロアー部	943/MSec		
	全体	1,434/MSec		

3.2.3. バンコク空港上屋（突合）

(1) 一般貨物

バンコク空港では、ブレイクダウンされた貨物は検品エリアへ運搬され、そこで積付目録を照合して現物確認が行われる。バンコク空港上屋（作業委託先：タイ国際航空）では、日本（輸出側）で利用されているハンディなどの道具を導入していないことから、手作業による突合作業となる。

表 3-27 作業測定結果

観測日	検品 時間	検品 個口数	1個あたり 検品時間
'09/12/10	22/MSec	2	11/MSec
	165/MSec	156	1/MSec
	327/MSec	23	14/MSec
	535/MSec	23	23/MSec
	25/MSec	2	13/MSec
	4/MSec	2	2/MSec
	5/MSec	2	3/MSec
'09/12/17	210/MSec	9	23/MSec
	530/MSec	22	24/MSec
'09/12/20	41/MSec	35	1/MSec
	40/MSec	16	3/MSec
	250/MSec	41	6/MSec
サンプル数:12			
平均			10/MSec

(2) 小型コンテナ

小型コンテナは、1台1個口として運用されており、作業内容は一般貨物の場合と同様に手作業による照合となる。

表 3-28 作業測定結果

観測日	検品 時間	検品 個口数	1個あたり 検品時間
'09/12/13	35/MSec	5	7/MSec
'09/12/20	25/MSec	5	5/MSec
サンプル数:2			
平均			6/MSec

3.2.4. バンコク空港上屋（搬出）

(1) 一般貨物・小型コンテナ

ブレイクダウン後に蔵置された貨物を引き取りに来た F/D のトラックに貨物を搭載する作業を計測する。搬出作業時間には、小型コンテナに加えて、多数の一般貨物が含まれる。小型コンテナの時間は、全ての貨物の搬出時間のうち、小型コンテナを作業している時間を抜き出した時間となる。

図 3-29 トラックへの搭載作業



以下に、輸出（日本）側と異なる輸入（タイ）側の現地オペレーション事情と定性面での実験結果を示す。

- 小型コンテナは、ハンディフォークを使用して直接トラックの荷台に運ばれる。一般貨物の場合は、複数個の貨物がパレットに載せられたまま荷台に運ばれ、1つずつ手積みされる。手積みの場合は、ヒューマンエラーとして搭載中の貨物を落とすなど、貨物がダメージを受ける可能性が高くなる。
- 全ての貨物が搭載すると、最後に荷崩れ防止のために、作業員が貨物の上に登って全体の高さを均一にしていく。

表 3-30 作業測定結果
(全数)

観測日	搭載時間	搭載個口数	1個あたり搭載時間
'09/12/13	7,630/MSec	401	19/MSec
'09/12/18	3,996/MSec	315	13/MSec
'09/12/18	9,883/MSec	418	24/MSec
サンプル数:3			
平均			18/MSec

(小型コンテナのみ)

観測日	搭載時間	搭載個口数	1個あたり搭載時間
'09/12/13	263/MSec	5	53/MSec
'09/12/18	61/MSec	1	61/MSec
	78/MSec	1	78/MSec
	35/MSec	1	35/MSec
	60/MSec	1	60/MSec
サンプル数:5			
平均			57/MSec

3.2.5. 輸入者工場（搬入）

(1) 一般貨物

輸入者の工場に到着したトラックの荷台から一般貨物を取り降ろす作業を計測する。

表 3-31 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/11	9,685/MSec	210	46/MSec
'09/12/14	10,635/MSec	—	

サンプル数:2

(2) 小型コンテナ

輸入者の工場に到着したトラックの荷台から小型コンテナを取り降ろす作業を計測する。

表 3-32 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/14	146/MSec	1	146/MSec
	129/MSec	1	129/MSec
	97/MSec	1	97/MSec
	109/MSec	1	109/MSec
	105/MSec	1	105/MSec

サンプル数:5
平均 117/MSec

(3) 大箱※参考検証項目

輸入者の工場に到着したトラックの荷台から大箱を取り降ろす作業を計測する。

表 3-33 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/11	150/MSec	1	150/MSec
	60/MSec	1	60/MSec
	128/MSec	1	128/MSec
	30/MSec	1	30/MSec
	210/MSec	1	210/MSec
	52/MSec	1	52/MSec

サンプル数:6
平均 105/MSec

3.2.6. 輸入者工場（解体・検品）

(1) 一般貨物

平均的な荷姿として想定した容器をパレットから取り降ろす作業を計測する。

表 3-34 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/7	192/MSec	14	14/MSec
	278/MSec	21	13/MSec
	144/MSec	11	13/MSec
サンプル数:3 平均			13/MSec

ラッピングフィルムを取り除く時間を30/MSecと仮定

(2) 小型コンテナ（平均サイズ貨物解体）

平均的な荷姿として想定した容器を小型コンテナから取り降ろす作業を計測する。計測時間には、小型コンテナから取り降ろす準備として、PPバンドを切断するなどの作業が含まれているが、取り降ろし後の小型コンテナの取扱に係わる時間は含まれていない。そこで、単純に空の小型コンテナを完成品の状態から分解して折りたたむ時間を、日本の空港上屋で計測して参考値として提示している。

表 3-35 作業測定結果

観測日	取降 時間	取降 個口数	1個あたり 取降時間
'09/12/7	228/MSec	14	16/MSec
	290/MSec	21	14/MSec
	220/MSec	11	20/MSec
サンプル数:3 平均			17/MSec

表 3-36 小型コンテナ折りたたみ時間（参考値）

観測日	コンテナ 折りたたみ時間
'09/11/27	59/MSec
	48/MSec
	51/MSec
	50/MSec
	53/MSec
	53/MSec
	65/MSec
サンプル数:7 平均	54/MSec

(3) 小型コンテナ (小型貨物解体)

輸入者の工場に到着した小型コンテナの梱包を解き、収納されている貨物を取り出す。輸入者の工場では、取り降ろしと同時並行でパッキングリストと現物を照らし合わせながら検品も実施しているため、取り降ろす時間と検品時間が含まれる。

以下に、定性面での実験結果を示す。

- ・ 検品作業は順調に終了し、収納していた貨物の破損などは特に発見されなかった。

表 3-37 作業測定結果

観測日	取降時間	取降個口数	1個あたり取降時間
'09/12/14	2,329/MSec		
	1,031/MSec		
	1,476/MSec		
	1,200/MSec		
	1,109/MSec		
サンプル数:5 平均	1,429/MSec	65	22/MSec

(4) 大箱※参考検証項目

輸入者の工場に到着した大箱の梱包を解き、収納されている貨物を取り出す。輸入者の工場では、取り降ろしと同時並行でパッキングリストと現物を照らし合わせながら検品も実施しているため、取り降ろす時間と検品時間が含まれる。大箱の運用は、まだ限定された荷主の試みであり、一般的な国際輸送形態とは異なるため、参考値として取り扱う。

以下に、定性面での実験結果を示す。

- ・ 検品作業は順調に終了し、収納していた貨物の破損などは特に発見されなかった。

表 3-38 作業測定結果

観測日	解体時間	取降個口数	1個あたり取降時間
'09/12/11	2,526/MSec		
	2,104/MSec		
	987/MSec		
	1,997/MSec		
	1,618/MSec		
	1,389/MSec		
サンプル数:6 平均	1,770/MSec	77	23/MSec

3.3. 再輸入側 (日本) の実証実験の結果

- ・ 航空輸送で返却した 12 個の小型コンテナは、折りたたまれた状態で PP バンドとフィルムでラッピングされ梱包された状態で再輸入されてきた。
- ・ 小型コンテナの外形上の欠損・破損は見あたらなかった。ただし、小型コンテナの耐久性が実用的かどうかを検証するには、さらなる試行が必要となる。
- ・ 小型コンテナは、わが国の税関から容器免税を受けており、再輸入に際して関税は支払っていない。

3.4. 小型コンテナの導入効果の検証

3.4.1. 作業効率の向上

荷主やフォワーダーの倉庫・上屋で実施される輸出梱包仕立て業務の作業効率を比較検証する。一般貨物では、バラ貨物をパレットに積み付ける作業であり、小型コンテナの場合はバラ貨物をコンテナに収納する作業となる。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	参考)大箱での取扱
荷主 F/D	輸出梱包仕立				
	準備		小型コンテナ組立 70/MSec	-70/MSec	大箱組立 270/MSec
	積付	貨物1個あたり作業 (平均的な荷姿) 11/MSec 202/MSec	貨物1個あたり作業 (平均的な荷姿) 25/MSec 443/MSec	-119% -241/MSec 18個/小型コンテナと想定	貨物1個あたり作業 (小型の貨物) 41/MSec
	梱包	フィルムでのラッピング作業 60/MSec	緩衝材を詰め、 PPバンドで閉める 383/MSec	-539% -323/MSec	緩衝材を詰め、 PPバンドで閉める 388/MSec
計		262/MSec	897/MSec	-242% -634/MSec	

削減効果が75%の場合は、作業時間が75%減少する

- ・ パレットと比較して、小型コンテナへ積み付ける際は、積載率を高めるために試行錯誤を重ねながら作業が進むため、時間が長くかかっている。
- ・ 小型コンテナを利用すると新たな準備作業や梱包作業が発生する。

空港上屋に貨物を運搬したトラックの荷台から、空港上屋の搬入口まで貨物を取り降ろす業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果
空港 上屋	トラック取降			
		パレタイズされた貨物 (フォーク利用) 30/MSec	フォークを利用した取降 28/MSec	6% 2/MSec

- ・ 通常、一般貨物はパレットに載せられて運搬されるため、フォークリフトを利用したトラックからの取り降ろし時間は小型コンテナと大差ない。

空港上屋に搬入された貨物を検品する業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果
空港 上屋	検品			
		貨物の1個あたり時間 7/MSec 119/MSec	小型コンテナ1台の時 14/MSec 14/MSec	88% 104/MSec 18個/小型コンテナと想定

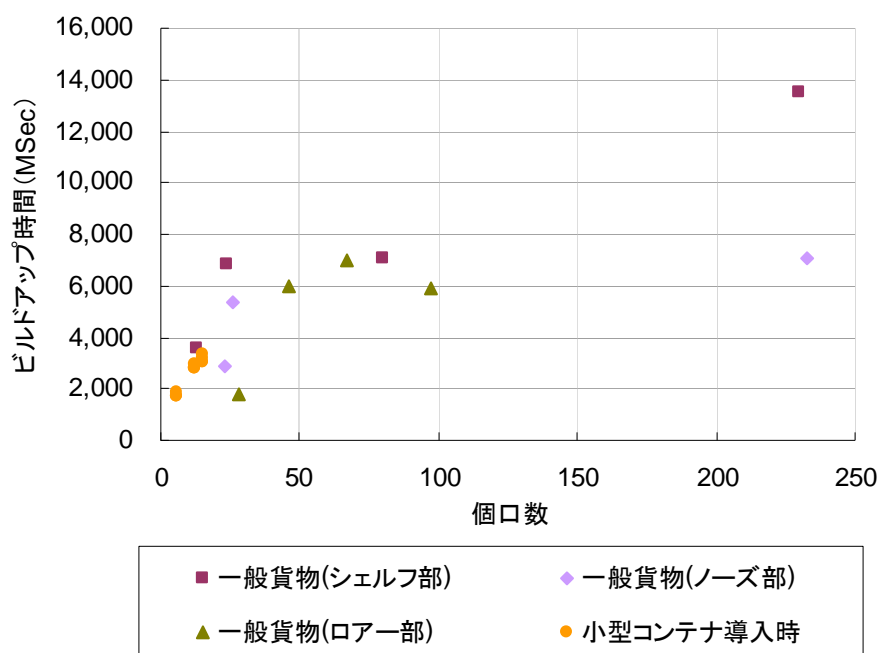
- ・ F/D から複数個口がパレタイズされて搬入される貨物の中には、本来は目視できる位置に張られるAWBラベルが内側を向いていたために、搬入時に既にラップで固定されていた貨物を、空港上屋の搬入口で並べ替えるケースや、通常作業では想定しがたい数回の数え直しが発生したケースもあった。小型コンテナが導入されれば、このようなイレギュラーによる作業時間ロスを避けることが可能となる。

空港上屋に搬入された貨物をビルドアップする業務の作業効率を比較検証する。小型コンテナ導入時の結果は、ULD に積み付けられる貨物がすべて小型コンテナの場合である。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
空港 上屋	ビルドアップ				
	ロアー部	様々な荷姿※の貨物による 5,183/MSec	小型コンテナのみによる 1,752/MSec	66%	3,431/MSec
	ノーズ部	様々な荷姿※の貨物による 5,091/MSec	小型コンテナのみによる 2,850/MSec	44%	2,241/MSec
	シェルフ部	様々な荷姿※の貨物による 7,737/MSec	小型コンテナのみによる 3,135/MSec	59%	4,602/MSec
	平均	様々な荷姿※の貨物による 6,086/MSec	小型コンテナのみによる 2,579/MSec	58%	3,508/MSec

※小型コンテナや大箱を含む

図 3-39 ビルドアップ作業時間と積み付け貨物個口数の比較



- ・ ビルドアップ時間は、ULD パレットに積み付けられた容積よりも個口数に影響されるため、ロアー部に搭載される比較的容積が小さい荷姿の ULD であっても作業時間が短いとは限らない。
- ・ 小型コンテナのみを利用して ULD を組んだ場合には、1 枚の ULD に 15 個が上限となることから、個口数が少なくなるためにビルドアップ時間の短縮が図られる。ビルドアップ作業で小型コンテナを導入した場合の効率化を達成するには、小型コンテナのみで ULD を組み付ける必要がある。
- ・ 1 台あたり 18 個口の貨物を小型コンテナに積み付けたと仮定し、小型コンテナに積み付けた貨物の個口数 (コンテナ数×18) と同数の一般貨物の結果を比較すると、作業時間は半分以下に短縮している。

空港上屋に搬入された貨物をブレイクダウンする業務の作業効率を比較検証する。小型コンテナ導入時の結果は、ULD に積み付けられる貨物がすべて小型コンテナの場合である。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
空港 上屋	ブレイクダウン				
	ロアー部	様々な荷姿※の貨物による 2,219/MSec	小型コンテナのみによる 1,785/MSec	20%	434/MSec
	ノーズ部	様々な荷姿※の貨物による 2,652/MSec	小型コンテナのみによる 1,576/MSec	41%	1,076/MSec
	シェルフ部	様々な荷姿※の貨物による 5,192/MSec	小型コンテナのみによる 1,785/MSec	66%	3,408/MSec
	平均	様々な荷姿※の貨物による 3,418/MSec	小型コンテナのみによる 1,434/MSec	58%	1,984/MSec

※小型コンテナや大箱を含む

- ブレイクダウンもビルドアップと同様に、ULD に小型コンテナのみが積み付けられている場合は、一般貨物の場合よりも平均で半分程度の時間でブレイクダウンが終わる。
- バンコク空港では昇降台を利用せずに、限られた時間の中で平地に置かれた ULD の保護ネットを外し、作業員が ULD に積み付けられた貨物の上に登って、ブレイクダウンを実施する。このとき、段ボール箱のみの梱包では、ネットに付属する金具やネット自体がくい込んだり、作業員の荷重に耐えられずに段ボールが陥没する等のダメージが発生する可能性がある。

空港上屋に搬入された貨物を検品する業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
空港 上屋	突合				
		ルース貨物の1個あたり 10/MSec 186/MSec	小型コンテナ1台の時 6/MSec 6/MSec	97%	180/MSec

- バンコク空港では、ハンディなどの端末は使用せず、目視でドキュメントと現物との突合を実施している。個口数を確認するために、同一 HAWB の貨物が近くのパレットに無い場合は、周辺の貨物を探す手間が生じ、突合には多くの時間がかかっているケースもある。

空港上屋に到着したトラックの荷台へ、空港上屋の搬出口から貨物を積み込む業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
空港上屋	トラック積載				
		様々な荷姿※の貨物の1個口あたり時間 18/MSec 332/MSec	小型コンテナ1台の時間 57/MSec 57/MSec	83%	275/MSec

※小型コンテナや大箱を含む

- ・ バンコク空港上屋では、上屋から搬出してトラックヤードへ運搬するまでが空港上屋作業員の業務範囲となり、その後はフォワーダーのスタッフがトラックへの荷積みを行う。フォワーダーのトラックが到着するまでは、一般貨物は空港上屋のパレットに置かれて自動倉庫で管理されているため、トラック搭載後はパレットを空港上屋に返却する必要がある。小型コンテナや大箱はフォークリフトでトラック荷台に運ばれるが、一般貨物は複数貨物をパレットに載せて荷台に運んだ後、手積みを行っている。
- ・ 手積みの最中には、貨物が粗雑に扱われ梱包段ボール箱が陥没するケースや、積載率を高めるために段ボール梱包の上に登って作業をする姿も見受けられたが、これらのダメージリスクも小型コンテナに置き換えれば低減することができる。

輸入者の工場に到着したトラックの荷台から、貨物を取り降ろす業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
荷主工場	トラック取降				
		様々な荷姿※の貨物の1個口あたり時間 46/MSec 830/MSec	小型コンテナ1台の時間 117/MSec 117/MSec	86%	713/MSec

※小型コンテナや大箱を含む

- ・ 1個あたりの取り降ろし時間では、一般貨物と比べて小型コンテナが長くなっているが、これは小型コンテナがフォークリフトで取り扱われるためである。小型コンテナの時間には、フォークリフトのサポート要員と一緒にタイミングを調整する時間やトラックから保管場所まで運搬される時間が含まれているからであり、一般貨物の場合はトラック横のパレットに移動させる時間のみが含まれる。

輸入者の工場で、パレットや小型コンテナから貨物を取り降ろす業務の作業効率を比較検証する。

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	参考)大箱での取扱
荷主 工場	梱包解体				
	取降	貨物1個あたり作業 (平均的な荷姿)	貨物1個あたり作業 (平均的な荷姿)		貨物1個あたり作業 (小型の貨物)
		13/MSec 240/MSec	17/MSec 301/MSec	-25% 18個/小型コンテナと想定	-60/MSec
後処理		貨物1個あたり作業 (平均的な荷姿)			
			54/MSec		
計		240/MSec	355/MSec	-48%	-114/MSec

- ・ 小型コンテナでは、梱包資材のPPバンドを取り除いたり、上蓋や側壁を外して一時的に壁際などに保管する時間が含まれているため、1個あたりの作業時間が長かかっている。
- ・ パレットから貨物を取り降ろす場合と比較して、小型コンテナを利用した場合は最後に保管のために小型コンテナを折りたたむ作業が発生する。

これらの結果を踏まえて、航空輸送に携わる関係者がULDパレット1枚分の荷量を作業する場合の時間を小型コンテナと一般貨物で比較した結果が以下となる。

前提:

シェルフの場合は小型コンテナがULDパレットに15台が積み付けされる
 小型コンテナには平均で18個の一般貨物が収容できるとする
 小型コンテナへの積み付けは荷主で実施する






	場所	業務	小型コンテナ 作業時間	一般貨物 作業時間	Δ 削減作業時間
輸出	荷主	輸出梱包仕立	13,451/MSec	3,937/MSec	-9,514/MSec
		搬出(トラック搭載)	422/MSec	451/MSec	29/MSec
		計	13,873/MSec	4,388/MSec	-9,485/MSec
			3.9/MHour	1.2/MHour	-2.6/MHour
F/D上屋		搬入(トラック取降)	422/MSec	451/MSec	29/MSec
		検品	216/MSec	1,778/MSec	1,562/MSec
		搬出(トラック搭載)	422/MSec	451/MSec	29/MSec
		計	1,060/MSec	2,680/MSec	1,620/MSec
			0.3/MHour	0.7/MHour	0.5/MHour
空港上屋		搬入(トラック取降)	422/MSec	451/MSec	29/MSec
		検品	216/MSec	1,778/MSec	1,562/MSec
		ビルドアップ	3,135/MSec	7,737/MSec	4,602/MSec
		計	3,773/MSec	9,966/MSec	6,193/MSec
			1.0/MHour	2.8/MHour	1.7/MHour
輸入	空港上屋	ブレイクダウン	1,785/MSec	5,192/MSec	3,408/MSec
		突合	90/MSec	2,784/MSec	2,694/MSec
		搬出(トラック搭載)	860/MSec	4,982/MSec	4,122/MSec
		計	2,734/MSec	12,958/MSec	10,224/MSec
			0.8/MHour	3.6/MHour	2.8/MHour
荷主		搬入(トラック取降)	1,758/MSec	12,452/MSec	10,694/MSec
		梱包解体	5,321/MSec	3,604/MSec	-1,717/MSec
		計	7,079/MSec	16,056/MSec	8,977/MSec
			2.0/MHour	4.5/MHour	2.5/MHour
合計			28,519/MSec	46,048/MSec	17,530/MSec
			7.9/MHour	12.8/MHour	4.9/MHour

- ・ サプライチェーン全体では、小型コンテナを導入した場合に作業時間の短縮できる。
- ・ 小型コンテナの積み付け作業が発生する荷主は、バラ貨物を単にパレットの上に置いてラッピングフィルムで簡易梱包する作業と比較して、余分に作業時間がかかってしまう。ただし、今回の実証実験での輸入側（タイ）の作業のように、トラックからの取り降ろし作業をフォークリフトでパレット運ぶのではなく、作業員が1つずつ運ぶ場合には、小型コンテナの導入効果は大きい。
- ・ F/D 上屋や空港上屋では、小型コンテナの導入によって検品作業やビルドアップ/ブレイクダウン業務が大幅に効率化し、作業時間の短縮が図れる。例えば、ULD パレットに積み付ける貨物が全て小型コンテナになる状況が実現すれば、空港上屋では現状の人員体制で作業時間を 1/3 程度に短縮できる。

3.4.2. 梱包資材量

小型コンテナを積み付ける際に使用する梱包資材と、ULD にビルドアップする際に使用する梱包資材量を比較検証する。なお、梱包資材の単価については、実際の利用者から提供された単価テーブルを用いている。

表 3-40 単価テーブル

発砲ボール	防水シート	ストレッチフィルム	角あて	プロッターシート※
				
10 円/袋	52.85 円/m	0.69 円/m	14 円/本	150 円/枚

※貨物からの液漏れが、他の貨物に悪影響を与えるのを防ぐための吸水シート

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	参考)大箱での取扱
荷主	輸出梱包仕立				
		ラッピング ¥15	緩衝材 (平均的な荷姿) ¥380	-2465%	
			緩衝材 (小型の貨物) ¥165		緩衝材 (小型の貨物) ¥175

場所	業務	一般貨物での取扱	小型コンテナ導入時	削減効果	
空港 上屋	ビルドアップ				
	ロアー部	様々な荷姿※の貨物によるビルドアップ ¥1,744	小型コンテナのみによるビルドアップ ¥1,503	14%	
	ノーズ部	様々な荷姿※の貨物によるビルドアップ ¥1,569	小型コンテナのみによるビルドアップ ¥1,503	4%	
	シェルフ部	様々な荷姿※の貨物によるビルドアップ ¥1,686	小型コンテナのみによるビルドアップ ¥1,503	11%	
	平均	様々な荷姿※の貨物によるビルドアップ ¥1,676	小型コンテナのみによるビルドアップ ¥1,503	10%	

※小型コンテナや大箱を含む

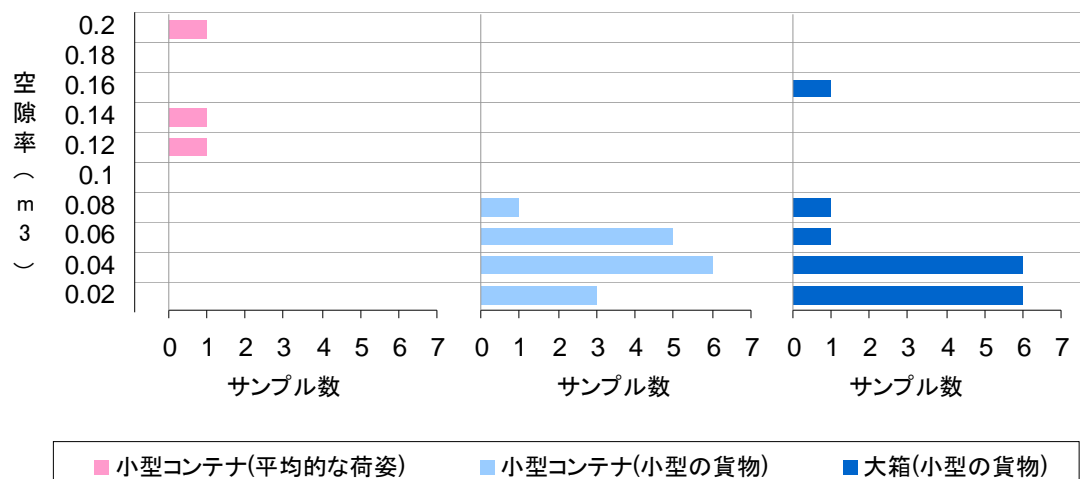
- ・ コンテナに積み付ける際は梱包資材を多く使用することになるが、ビルドアップの際は、現状よりも梱包資材を削減できる。

3.4.3. 積み付け効率

(1) 小型コンテナ

小型コンテナに平均的な荷姿の貨物積み付ける際に発生する空隙率は以下の通りである。比較のために、大箱に小型の貨物を積み付けた結果と、同種類の貨物を小型コンテナに積み付けた場合の結果を示す。

表 3-41 小型コンテナ・大箱の積み付け効率



	平均値(m3)		デッドスペース	
	積付容積			
小型コンテナ(平均的な荷姿)	0.65	82%	0.14	18%
小型コンテナ(小型の貨物)	0.75	96%	0.04	4%
大箱(小型の貨物)	0.67	95%	0.03	5%

- ・ 小型の貨物を積み付ける場合は、大箱や小型コンテナに関係なく、梱包容器と積み付け貨物のサイズが不整合でも、調整をしやすいために積載率が高くなっている。

(2) ULD

ビルドアップ後の ULD の空隙率は以下の通りである。現実には、小型コンテナが導入された当初には小型コンテナと一般貨物が混在して積み付けられることが想定されるが、本節では上屋作業時間が最も短縮される小型コンテナのみの場合を取り上げている。

表 3-42 ビルドアップされた ULD 貨物の積み付け効率

一般貨物				
搭載位置	容器容積 (m3)	積付貨物 容積(m3)	デッド 容積(m3)	
ロア一部	12.5	9.0	3.5	28%
ノーズ部	18.7	8.8	9.9	53%
シェルフ部	22.8	16.4	6.4	28%
平均		11.7	6.3	

小型コンテナのみ(外寸ベース)				
搭載位置	容器容積 (m3)	小型コンテナ 外寸容積(m3)	デッド 容積(m3)	
ロア一部	12.5	6.4	6.1	48%
ノーズ部	18.7	12.9	5.9	31%
シェルフ部	22.8	16.1	6.7	29%
平均		11.8	6.2	

小型コンテナのみ(内寸ベース)					高さ設計 内外寸差 に起因 (計) パレット 側壁			
搭載位置	容器容積 (m3)	小型コンテナ 内寸容積(m3)	デッド 容積(m3)					
ロア一部	12.5	4.7	7.8	62%	6.1	1.7	1.1	0.6
ノーズ部	18.7	9.5	9.3	50%	5.9	3.4	2.2	1.3
シェルフ部	22.8	11.8	11.0	48%	6.7	4.3	2.7	1.6
平均		8.7	9.4					

- ・ 一般貨物の積付貨物容積は、概算値である。
- ・ 小型コンテナのみでビルドアップを実施した場合は、コンテナの仕様上、特に高さの面で搭載制限の限界まで利用できないためデッドスペースが大きく発生している。

3.5. 小型コンテナのメリット・課題の整理

小型コンテナのメリットや課題を、3.4 で示した結果や実証実験に参加した荷主及び輸送事業者へのヒアリング調査から以下のとおり整理した。

作業効率面・輸送効率面では大きなメリットが見込める反面、現場の安全な作業や積載率については小型コンテナの仕様に工夫を凝らすなどにより、更なる向上を図る必要があることが分かった。また、コスト面については、メリットも踏まえた上で事業者が適切にプライシングすることが重要となる。

表 3-43 実証実験で把握されたメリット・課題

整理軸	メリット	課題
作業効率面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ トラックの積み降ろしの際の作業効率が飛躍的に向上する(FW) ➢ カートン・ピース単位からコンテナ単位のハンドリングになるので、作業効率・作業時間は飛躍的に向上する(荷・A) ➢ 梱包の小さな荷主、内装(カートン内)補強をしなければならない荷主にとっては、作業効率が大幅に削減される(荷・FW) ➢ 内装梱包だけで輸送できることをアピールすれば全般的にメリットが出てくる(荷) ➢ ULD で組めない部分の貨物を入れるという使い方は面白いかもしれない(FW) ➢ LCL代理店/NVOとしては、作業効率が上がることと貨物責任が軽くなることがメリットとなる(N) ➢ RFID等の活用も踏まえれば、事前情報との情物一致が非常に効率化する(N) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型コンテナは扱いづらかった。形状を計算しながら箱詰めする必要がある、蓋が閉めにくい、PPバンドは(保安面で)意味がない、等の現場の声が上がっており、実際に小型コンテナへの積込時間がかかった(FW) ➢ 小型コンテナを物理的に一体管理しやすくするための工夫が必要になる(荷、FW) ➢ 小型コンテナの上蓋の耐加重性能が課題になる(FW) ➢ 小型コンテナの角の鋭利な部分や金属の出っ張り・表面のざらつきは、極力減らすことが望ましい(荷、FW) ➢ 小型コンテナの側板が、縦に二分割されていると作業しやすい(荷) ➢ 複数の小型コンテナを組み付けると、シートパレットに対して数インチしか余裕がなく、パレット部分の横ずれで傷むリスクがある(A) ➢
輸送効率面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ オフロードが起こりえないのはメリットになる(FW) ➢ カット時間の後ろ倒しが可能になる(FW、A、N) ➢ CLP(積付計画)に係る時間と精度が飛躍的に改善する可能性がある(N) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 外寸と積載m^3が目ざされがちだが、海上コンテナ同様最大積載重量を設定する必要がある。ハンドリング、ウェイトバランス、運賃等の面で課題が生じる(N) ➢ 梱包サイズに柔軟に対応するため、小型コンテナには何パターンかのデザインがあると良い(荷) ➢ 40ftHだと小型コンテナを二段積みにしても中途半端なスペースが余ってしまう。3種類程度の小型コンテナが必要になる(N) ➢ LCL荷主に小型コンテナのニーズがあると思うが、これに入りきらない端数の貨物をどう扱うかが課題になる(N) ➢ 現在のデザインだと、(それを前提に梱包設計されていないので)積載率が下がる可能性がある(荷)
コスト面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ リードタイムが短縮されれば、コストも削減されるため、その面でのメリットはある(荷) ➢ 作業効率改善を考慮すると、コストメリットも享受できる可能性がある(A) ➢ 現在委託している積み付け・積み降ろしを内製化しやすくなるので、その面でのコストカットが見込める(荷) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型コンテナのデッドスペースのリスクを誰が負うべきなのかが課題であり、関係者間での公平な負担が実現するようにすべき(荷) ➢ 航空会社ULDとしての利用は、価格、品質、作業効率等を総合的に考慮して決める必要がある(荷) ➢ 手続面・コスト面を鑑みると、FW商品としてすぐに販売することは難しい(FW) ➢ 小型コンテナの内寸$0.788 m^3$と積載重量を比較すると、コストをカバーするだけのプライシングが難しい(FW) ➢ 現状の課金体系があるので、上屋ハンドリングコスト

整理軸	メリット	課題
		を、作業効率改善分だけ下げられるわけではない(A) 小型コンテナそのもののコストが高い。もっと丈夫で良いものができるのではないかと(荷)
品質面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 容器の強度アップにより、貨物のダメージ軽減になる(荷) ➢ インタクトができない地域では特に、品質面での訴求が出来る可能性がある(FW) ➢ ダメージクレームを大幅に減らせる(A) ➢ 日本というよりは、途上国でのダメージ回避には大変寄与するので画期的(FW) ➢ トラックの積み降ろしの際などに荷痛みが減る(荷、FW、N) ➢ RFID等と連携して貨物追跡できると更にメリットを享受できる(荷、N) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型コンテナのスペースを100%利用することは困難なので、荷痛みのリスクを減らすために、緩衝材を詰めることは必要(A) ➢ 品質(ライアビリティ)を、荷主/航空会社どちらの責任でどこまで担保するのかを規定する必要がある(FW)
環境面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 製品化粧箱のまま小型コンテナに積載したがる荷主は多いと思われ、その意味では梱包レスに貢献しうる(N) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 製品化粧箱のまま小型コンテナに積載した場合、水漏れ・湿度等のコンテナ内の環境を担保する工夫が必要になる(N)
手続面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型コンテナの普及が、バンコク空港のインタクト輸送増大に貢献する可能性がある(現状はFTZ会社にトリー料金を払う必要があるため、利用が進まない)(A) ➢ タイには航空会社ULDのリースの仕組みがあるので、小型コンテナが導入されても、それに準じて運用できる(A) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型コンテナも含むLD3やLD4の空港外利用の使い勝手が良くなれば、(定常的な)航空貨物のパイ自体を拡大することが可能になる(荷) ➢ インタクトが認められるかどうかは課題になる(FW) ➢ 各国の航空ターミナルの運用状況を調べておく必要がある。FWビルトアップを認めていないところもある(FW) ➢ スペースブロックを保証してくれるかどうか(FW) ➢ 小型コンテナへの(荷主)積込を前提とした明確な運用ルールが必要になる(A) ➢ 日本の航空キャリアに限定されては使い辛い。グローバルスタンダードにならないと、それを前提とした梱包設計・オペレーションは組めない(荷) ➢ 海上コンテナのように、グローバルスタンダードな運用ルールが必要(FW) ➢ 国際輸送での繰り返し利用を想定すると、手続面がボトルネックになる可能性がある。各主体の手続を明確にする必要がある(FW) ➢ B/Lの裏書に、キャリアとしての運送責任を明確に定義する必要がある(N) ➢ 複数コンテナ・複数ハウスを運用で認められるとよい(FW)
保安面	<ul style="list-style-type: none"> ➢ トラックの積み降ろし等の際の減数・盗難防止に寄与する(荷、FW、N) ➢ 外装で荷主・荷受人の名前が分かりにくくなるのはメリット(荷、FW) ➢ 危険品輸送の容器は国連で定められているが、小型コンテナはこれに適用できる可能性があり、ニーズは大きいと考えられる(N) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 保安面では、封印を確認できるような機構が必要(FW) ➢ シールワイヤーのようなものを使えば、保安面も向上し、小型コンテナの出っ張り部分も減らせる(FW、N) ➢ 税関検査が生じた時の対処方法、手続きを定める必要がある(N)

凡例) 荷: 荷主、FW: フォワード、A: 航空キャリア、N: NVOCC

3.6. まとめ

今回の実証実験を通じて、航空貨物輸送における小型コンテナの活用については、一定の有用性が確認された。

一方で、3.5 に示すように、それぞれの整理軸において課題が確認されており、小型コンテナの本格的な活用に向けては、1.1 に整理した所有主体やコンテナの仕様に配慮しつつ、各主体のメリット、デメリットを良く理解し、適切な対応を取る必要があると考えられる。

表 3-44 主体別のメリット・デメリット整理

整理軸	荷主	フォワーダー	航空会社
作業効率面	<ul style="list-style-type: none"> ● 小型コンテナの組立、貨物の保護作業（緩衝材、PPバンド固定）が発生。 ● 小型コンテナへの積み付けは容量に制約があるため、従来のパレットへの積み付け作業と比べて作業時間が増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 搬出入される貨物形状が従来の荷姿より大きく、定型サイズになるため、上屋での検品作業の時間短縮が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 搬出入される貨物形状が従来の荷姿より大きく、定型サイズになるため、上屋での検品作業の時間短縮が可能。 ○ 貨物の荷姿が定型になるため、ULDビルドアップ・ブレイクダウンの時間短縮が可能。
輸送効率面	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 小型コンテナ内のデッドスペース分の輸送効率が減少。 ● 小型コンテナをULDパレットに積み付けた際に生じるデッドスペース分の輸送効率が減少。
コスト面	<ul style="list-style-type: none"> ○ 輸送梱包の簡略化。 ● 品質確保のための梱包材のコストが発生。 ● 作業時間増加分の人件費が発生。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 作業効率の改善に伴う人件費の削減。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 作業効率の改善に伴う人件費の削減。
品質面	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハンドリング作業が劣悪な場所でも輸送品質の確保が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハンドリング作業が劣悪な場所でも輸送品質の確保が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハンドリング作業が劣悪な場所でも輸送品質の確保が可能。
環境面	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小型コンテナの強度により輸送梱包の簡略化が可能 ● 品質確保のための梱包材が必要。 	—	<ul style="list-style-type: none"> ○ ULDビルドアップに必要な梱包材が若干減少。
手続面	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 航空会社のULDとして認められない場合、通関手続きが必要。
保安面	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小型コンテナにより梱包され、PPバンドで封印していることから盗難リスクの減少が見込まれる。 ○ 中身が外から確認できないことから盗難リスクの減少が見込まれる 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小型コンテナにより梱包され、PPバンドで封印していることから盗難リスクの減少が見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小型コンテナにより梱包され、PPバンドで封印していることから盗難リスクの減少が見込まれる。

注) 表中の○：メリット、●：デメリット